

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 484 150

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 12868

(54) Filtre transversal à transfert de charges commandé par une onde élastique de surface et procédé de fabrication.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 P 1/20.

(22) Date de dépôt..... 10 juin 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 50 du 11-12-1981.

(71) Déposant : FELDMANN Michel et HENAFF Jeannine, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Feldmann et Jeannine Henaff.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Brevatome,
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention a pour objet un filtre transversal à transfert de charges et un procédé de fabrication d'un tel filtre. Elle trouve une application en électronique et notamment en télécommunications.

Un filtre transversal à transfert de charges comprend, de manière connue, un substrat semiconducteur recouvert d'une ligne d'électrodes précédée d'un moyen d'injection de charges (diode p-n ou dispositif optique) et suivie d'une diode de collection de charges. Les électrodes se répartissent en électrodes de transfert et électrodes de lecture. Les premières sont reliées par des lignes de commande à des horloges délivrant des tensions variables aptes à créer, dans le substrat semiconducteur, des puits de potentiel se déplaçant d'une électrode à l'autre. Les porteurs de charges, qui sont, en l'occurrence, les porteurs minoritaires du substrat, sont retenus dans ces puits et, par conséquent, entraînés avec eux à la surface du substrat. Les électrodes de lecture sont coupées en deux parties (ou éventuellement en plus de deux parties), en général inégales, chaque coupure définissant un coefficient de pondération, l'ensemble des coefficients déterminant une fonction de transfert pour le filtre. Les charges qui transitent sous les électrodes coupées sont lues non destructivement par un amplificateur différentiel dont la sortie constitue la sortie du filtre.

Un tel dispositif est décrit, notamment, dans l'ouvrage de Carlo H. SEQUIN et Michael F. TOMPSETT intitulé "Charge Transfer Devices", publié par Academic Press, Inc, 1975, en particulier aux pages 216 à 231.

Les filtres de ce genre, s'ils possèdent de nombreuses qualités, souffrent néanmoins d'un incon-

vénient dû aux difficiles problèmes de connectique qu'ils soulèvent. En effet, ils requièrent un grand nombre de connexions croisées pour relier les électrodes de transfert aux horloges de commande.

5 Ce problème est encore plus ardu si l'on utilise des matériaux semiconducteurs comme GaAs, InP, HgCdTe, InSb, etc... pour lesquels la métallurgie du semiconducteur est peu compatible avec un degré élevé d'interconnexion.

10 La présente invention a justement pour objet un filtre transversal à transfert de charges qui ne présente pas cet inconvénient. A cette fin, l'invention prévoit le remplacement des moyens traditionnels de commande de transfert des charges (horloges, lignes de commande, interconnexions) par un dispositif à ondes élastiques de surface disposé à proximité immédiate du substrat semiconducteur.

15 On sait qu'une onde élastique se propageant à la surface d'un matériau piézoélectrique, engendre un champ électrique susceptible de former, dans un substrat semiconducteur placé à proximité, des puits de potentiel aptes à entraîner les porteurs minoritaires de ce substrat. On pourra se reporter, à propos de ce principe général, aux articles de :

- 25 - S.D. GALEMA et al intitulé "Acoustic surface wave interaction charge-coupled device" publié dans Applied Physics Letters, vol. 29, n° 2, 15 juillet 1976, pages 82-83,
- 30 - R.J. SCHWARTZ et al intitulé "A surface wave interaction charge-coupled device" publié dans "1976 Ultrasonics Symposium Proceedings" IEEE Cat. 76, pages 197 à 200,
- 35 - N.A. PAPANICOLAOU et al intitulé "Charge transfer in silicon with surface acoustic waves" publié dans le même compte-rendu aux pages 201 à 204.

La présente invention a pour objet une application nouvelle de ce principe aux filtres transversaux à transfert de charges du type évoqué en introduction.

5 De façon plus précise, la présente invention a pour objet un filtre transversal à transfert de charges, comprenant :

- 10 - un substrat semiconducteur recouvert d'une ligne d'électrodes dont certaines sont coupées, cette ligne étant précédée d'un moyen d'injection de charges et suivie d'une diode de collection de charges,
- un amplificateur différentiel à deux entrées réunies aux électrodes coupées,
- 15 - un moyen de commande du transfert des charges sous les électrodes,

ce filtre étant caractérisé en ce que ledit moyen de commande de transfert des charges est constitué par une lame de matériau susceptible de propager une onde élastique de surface, cette lame étant munie à une 20 extrémité d'un transducteur piézoélectrique relié à un générateur et étant disposée à proximité immédiate du substrat semiconducteur, l'onde élastique se propageant à la surface de la lame assurant le déplacement des charges dans le substrat semiconducteur.

25 De toute façon, les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins sur lesquels :

30 - la figure 1 représente schématiquement et en coupe un filtre conforme à l'invention,

- la figure 2 représente schématiquement et en vue éclatée les deux sous-ensembles d'un filtre conforme à l'invention, à savoir la lame à ondes élastiques de surface (a) et le dispositif à transfert de 35 charges correspondant (b),

- la figure 3 illustre un procédé de fabrication dans lequel certaines des électrodes sont déposées sur le substrat semiconducteur et d'autres sur la lame à ondes élastiques de surface.

5 Le dispositif représenté sur la figure 1 (en coupe) et sur la figure 2 (en vue de dessus éclatée) est un filtre transversal à transfert de charges selon l'invention. Il comprend un substrat semiconducteur 10 (par exemple en silicium de type p) recouvert d'une
10 couche isolante 12 (par exemple en SiO_2) elle-même recouverte d'une ligne d'électrodes 14. Le substrat semiconducteur comprend une diode d'injection de charges 16 et une diode de collection de charges 18. Comme il apparaît sur la figure 2b, certaines des électrodes
15 (14/1) sont coupées en deux parties reliées respectivement aux deux entrées d'un amplificateur différentiel 20. Ce sous-ensemble forme l'essentiel d'un filtre transversal à électrodes coupées.

Conformément à l'invention, ce sous-ensemble
20 est disposé à proximité d'un dispositif à ondes élastiques de surface constitué par une lame 22 susceptible de propager de telles ondes, (par exemple une lame en niobiate de lithium), cette lame étant munie,
à une extrémité, d'un transducteur piézoélectrique 24
25 relié à une source de tension alternative 26 et, à une autre extrémité, d'un amortisseur 28. Une telle structure est capable d'engendrer et de propager une onde élastique de surface symboliquement représentée par la
flèche 30. C'est cette onde qui assure le transfert
30 des charges à la surface du semiconducteur entre les diodes 16 et 18, lorsque la lame 22 est suffisamment proche du substrat semiconducteur 10.

Pour tout ce qui concerne la technologie et les modes de réalisation de la partie filtre transversale à électrodes coupées, on pourra se reporter à
35

l'ouvrage cité plus haut et pour ce qui concerne les dispositifs à ondes élastiques de surface, on pourra se reporter à l'ouvrage de H. MATTHEWS (Editeur) intitulé "Surface Wave Filters" John Wiley and Sons, 1977, et à celui de A.A. OLINER (Editeur) intitulé "Acoustic Surface Wave", dans la collection "Topics in Applied Physics", vol 24, Springer Verlag, 1978.

Le mode de réalisation qui est illustré sur les figures 1 et 2 n'est donné naturellement qu'à titre explicatif et il va de soi que des modifications peuvent y être apportées. Par exemple, au lieu d'utiliser des électrodes disposées sur un isolant, comme illustré, ce qui convient au cas du silicium, on peut constituer des diodes Schottky sur le semiconducteur, ce qui convient au cas notamment de GaAs.

Un procédé de réalisation du filtre qui vient d'être décrit peut consister à réaliser séparément les deux sous-ensembles de la figure 2, puis à accoler ces deux sous-ensembles pour obtenir le dispositif de la figure 2. Pour faciliter la mise en place du dispositif à semiconducteur sur la lame piézoélectrique, des rails de guidage isolants peuvent être déposés au préalable sur celle-ci. On peut aussi usiner dans la lame un logement adapté au dispositif semiconducteur.

L'invention prévoit un autre procédé de réalisation dans lequel certaines électrodes sont déposées sur le substrat semiconducteur et d'autres sur la lame piézoélectrique. La figure 3 illustre ce mode de réalisation particulier en montrant une lame piézoélectrique 22 recouverte d'électrodes coupées 14/1 (figure a) et un substrat semiconducteur recouvert d'électrodes non coupées 14/2 (figure b).

Dans le filtre obtenu par ce procédé, la charge est transférée par influence des électrodes non

coupées du semiconducteur aux électrodes coupées de la lame piézoélectrique.

5 Naturellement, d'autres combinaisons peuvent être employées, par exemple on peut déposer sur le semiconducteur ou sur la lame piézoélectrique un véritable peigne interdigité.

10 Ces procédés de fabrication montrent bien l'avantage procuré par le filtre de l'invention en ce qui concerne la simplification des connexions et des opérations de dépôt des électrodes.

REVENDICATIONS

1. Filtre transversal à transfert de charges, comprenant :

- 5 - un substrat semiconducteur (10) recouvert d'une ligne d'électrodes (14) dont certaines sont coupées (14/1), cette ligne étant précédée d'un moyen d'injection de charges (16) et suivie d'une diode de collection de charges (18),
 - 10 - un amplificateur différentiel (20) à deux entrées réunies aux électrodes coupées (14/1),
 - un moyen de commande du transfert des charges sous les électrodes,
- 15 caractérisé en ce que ledit moyen de commande du transfert des charges est constitué par une lame (22) de matériau susceptible de propager une onde élastique de surface, cette lame étant munie à une extrémité d'un transducteur piézoélectrique (24) relié à un générateur (26) et étant disposée à proximité immédiate du substrat semiconducteur (10), l'onde élastique de surface (30) se propageant à la surface de la lame
- 20 assurant le déplacement des charges dans le substrat semiconducteur.

2. Procédé de fabrication du filtre transversal selon la revendication 1, caractérisé en ce
- 25 qu'on dépose certaines électrodes sur le substrat semiconducteur et d'autres sur la lame à ondes élastiques de surface et en ce qu'on accole ensuite ledit substrat et ladite lame recouverts de leurs électrodes respectives.

FIG. 3 is a cross-sectional view of the device. It shows two main sections, (a) and (b), separated by a dashed line. Section (a) shows a top layer 22 with a series of rectangular openings 14/1. Below this is a substrate 24. Section (b) shows a bottom layer 18 with a series of rectangular openings 14/2. Below this is a substrate 16. The entire assembly is labeled 10.